



Agenzia Spaziale Italiana

# Il downstream nazionale tra presente e futuro:

un percorso condiviso con la comunità degli utenti



## Progetto SCIA: sviluppo di algoritmi basati su dati iperspettrali PRISMA per il monitoraggio della criosfera

Claudia Notarnicola (Eurac Research)

Ludovica De Gregorio<sup>1</sup>, Mattia Callegari<sup>1</sup>,  
Carlo Marin<sup>1</sup>, Roberto Colombo<sup>2</sup>, Roberto  
Garzonio<sup>2</sup>, Claudia Ravasio<sup>2</sup>, Edoardo  
Cremonese<sup>3</sup>, Biagio Di Mauro<sup>4</sup>, Claudia  
Giardino<sup>5</sup>, Erica Matta<sup>5</sup>, Monica Pepe<sup>5</sup>,  
Antonio Montuori<sup>6</sup>, Giorgio Licciardi<sup>6</sup>,

<sup>1</sup> EURAC Research, European Academy of Bozen/Bolzano, Institute for Earth Observation, viale Druso, 1-39100 Bolzano, Italy

<sup>2</sup> University of Milano - Bicocca, Dept. of Earth and environmental Science, Piazza della Scienza, 1 - 20126 Milano, Italy

<sup>3</sup> Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Valle d'Aosta (ARPA VdA), Loc. La Maladière 48 – 11020 Saint Christophe (AO), Italy

<sup>4</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – Istituto di Scienze Polari (ISP), Via Cozzi 53, Milano, Italy

<sup>5</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA), Piazzale Aldo Moro, 7 – 00185 Roma, Italy

<sup>6</sup> Italian Space Agency (ASI), Via del Politecnico s.n.c., 00133, Roma, Italy



13-14  
Dicembre 2023

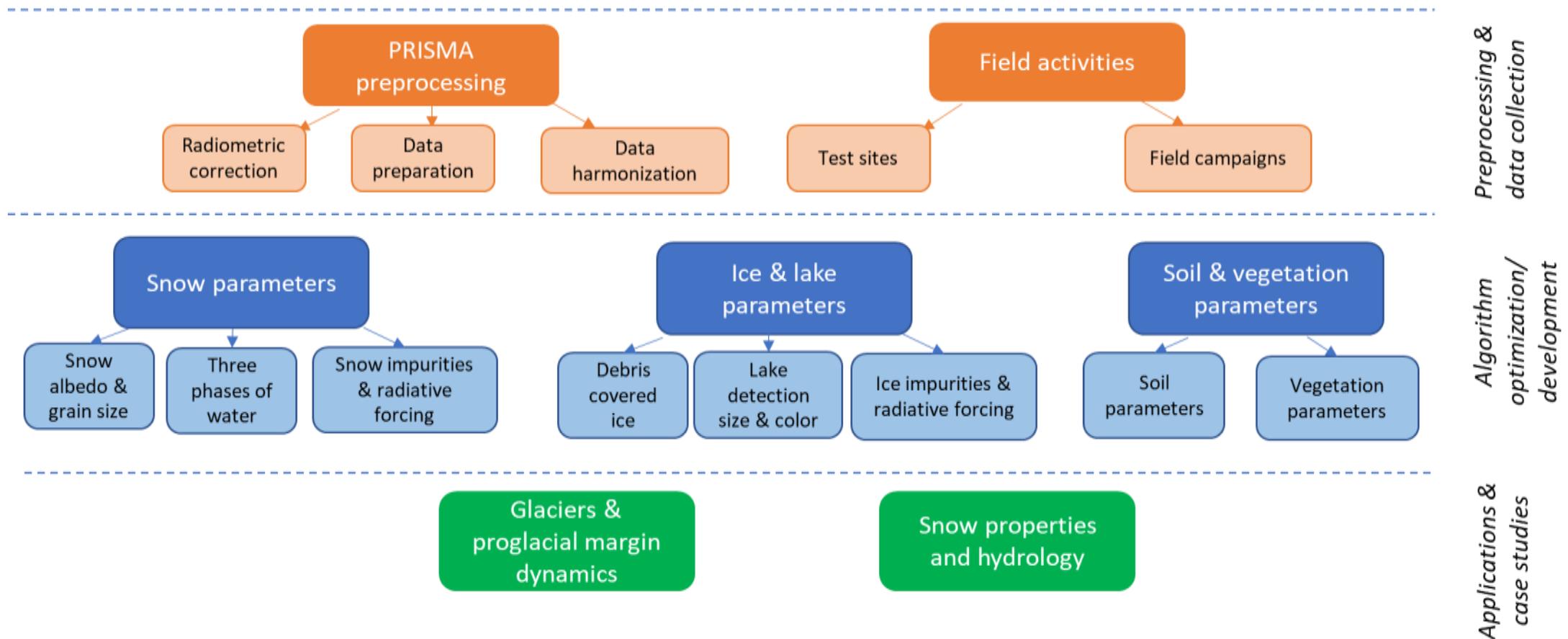


Sede ASI  
Via del politecnico snc,  
00173 Roma (Italia)

# Obiettivi e struttura del progetto

**Il progetto SCIA** è finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e si basa sull'utilizzo di immagini prospettive PRISMA insieme a dati in situ e modelli di trasferimento radiativo.

**Obiettivo:** sviluppo e ottimizzazione di metodi per la generazione di prodotti relativi alla criosfera nelle aree alpine.



# Aree di test e campagne di misura

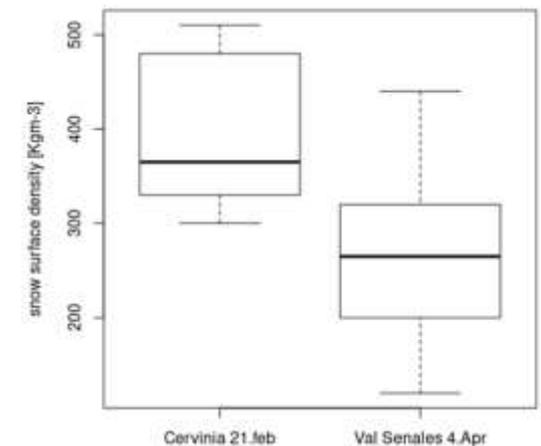
Le aree di test selezionati sono stati definite in base a:

- caratteristiche morfologiche e topografiche del sito
- considerazioni sulla sicurezza, accessibilità
- parametri target coinvolti
- disponibilità di dati, vale a dire disponibilità di dati ausiliari in situ (ad esempio, stazioni meteorologiche, campagne precedenti)

Durante il 2023 sono state condotte le seguenti campagne sul campo:

- Torgnon (23 gennaio 2023) -> dedicata a testare il protocollo di misura.
- Cervinia (21 febbraio 2023) -> sono state raccolte le proprietà spettrali e fisiche della neve
- Val Senales (4 aprile 2023) -> sono state raccolte le proprietà spettrali e fisiche della neve
- Ghiacciaio del Rutor (25 settembre 2023) -> dati relativi al ghiaccio e ai laghi glaciali

riflettanza della neve,  
granulometria della neve, albedo  
della neve e contenuto di acqua  
liquida nella neve.



# Dati satellitari

## Caratteristiche di PRISMA

Altitudine dell'orbita: orbita sincrona con un'altitudine di 615 km.

Risoluzione spaziale: 30m x 30m, 5m x 5m (PAN), a seconda del tipo di prodotto.

Ciclo di ripetizione: 29 giorni

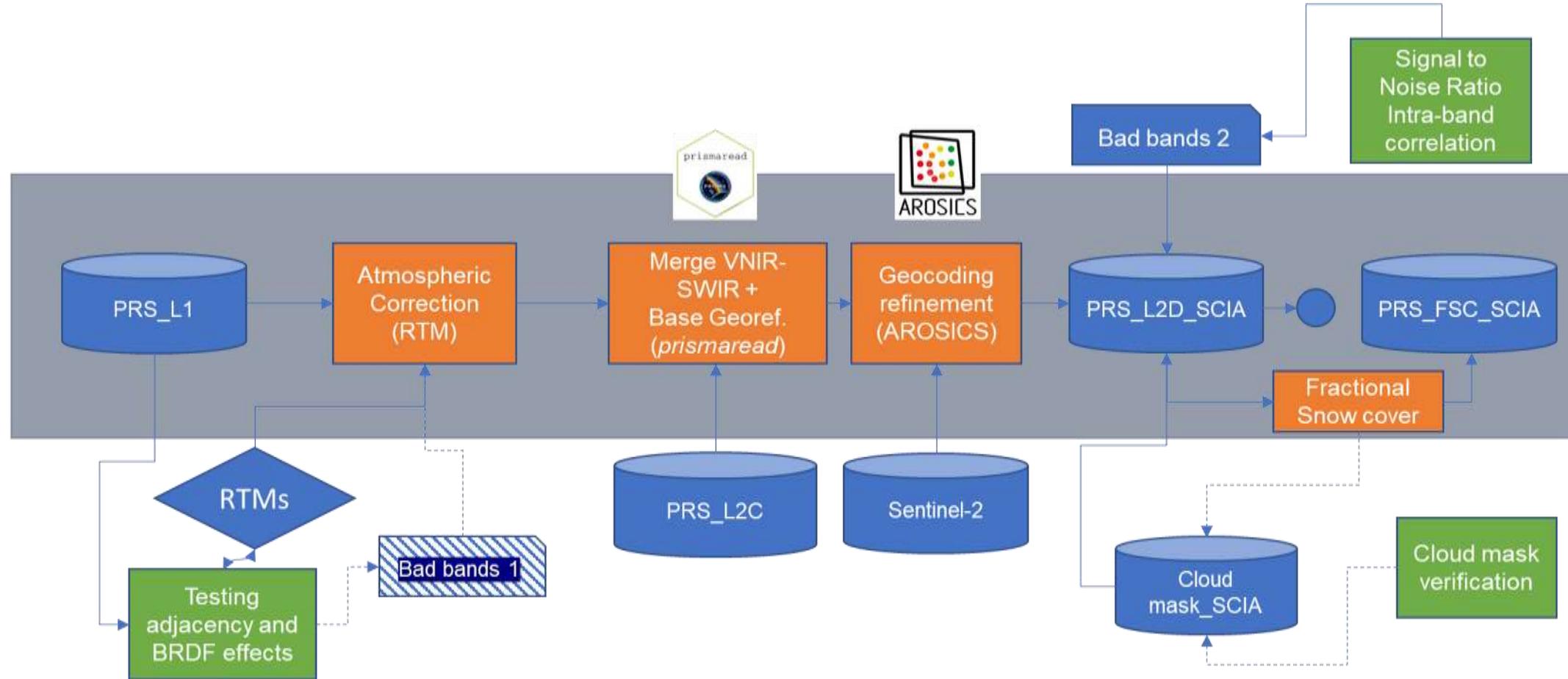
PRISMA nell'ambito del progetto

Periodo di acquisizione: 2022-2024 periodo invernale-estivo a seconda del prodotto (ad es. inverno per la neve, estate per il ghiaccio e i margini proglaciali).

Aree indagate: Tutte le aree di prova (almeno un'immagine per sito di prova).

Test Site	Lat	Lon	Altitude [m]	Target variable	Images in catalogue	Notes	Planned acquisitions	Requested Images	Acquired Images
Torgnon (IT)	45.844	7.578	2160	snow	9	3 img with >20%CC	Januray 2023 and along the winter season	23/01/2023 21/02/2023 27/02/2023 22/03/2023 20/04/2023 19/05/2023 25/05/2023 17/06/2023	4
Plateau Rosa (IT)	45.954	7.699	3500	snow/ice	7	1 img with >20%CC	February-March 2023 and along the winter season		
Lys e Gran Verra (IT)	45.9	7.75	• 2500-3500	veg/soil	8	2 img with >20%CC	Along the ablation (Jul-Oct) season		
Lauson (IT)	45.57	7.29	2700-3400	veg/soil & debris	3		Along the ablation (Jul-Oct) season		
Rutor (IT)	45.65	7	2200-3200	veg/soil & lake & debris	1	1 img with >20%CC	Along the - ablation(Jul-Oct) season		
Val Senales (IT)	46.764	10.78	~2200	snow	0	> 40%CC	March-April 2023	10/03/2023 27/03/2023 02/04/2023 25/04/2023 01/05/2023 24/05/2023 30/05/2023 05/06/2023 22/06/2023	2
Morteratsch (CH)	46.409	9.932	2477	Snow/ice	0		Summer 2023	04/07/2023	

# PRISMA pre-processing



RTMs: Radiative Transfer Models

# Neve: Albedo & Grain size

## Algoritmi 1+3:

Metodo basato su indici spettrali (NDGSI) e simulazioni di modelli di trasferimento radiativo.

Uso di un modello di trasferimento radiativo per creare una libreria spettrale per correlare NDGSI e GS.

## Algoritmo 2:

Metodo basato sul "continuum apparente" definito nello spettro in assenza della caratteristica di assorbimento di interesse.

Calcolo della profondità di banda  $D_b$  della riflettanza:

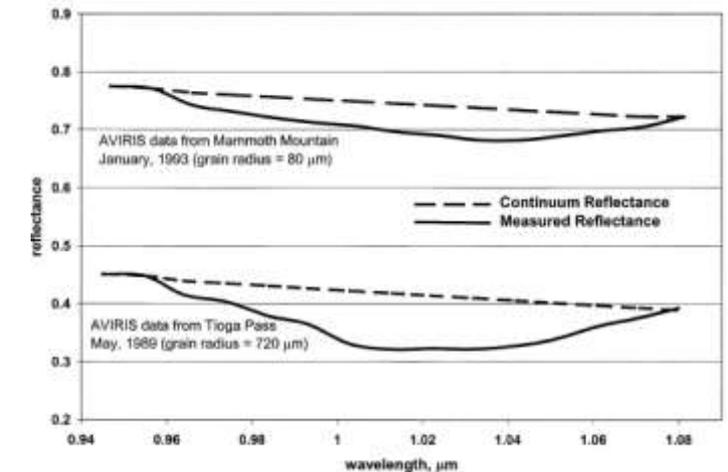
$$D_b = \frac{R_c - R_b}{R_c}$$

Calcolo dell'area di banda  $A_b$  che è una quantità adimensionale e viene calcolata integrando la  $D_b$  sulle lunghezze d'onda della caratteristica di assorbimento:

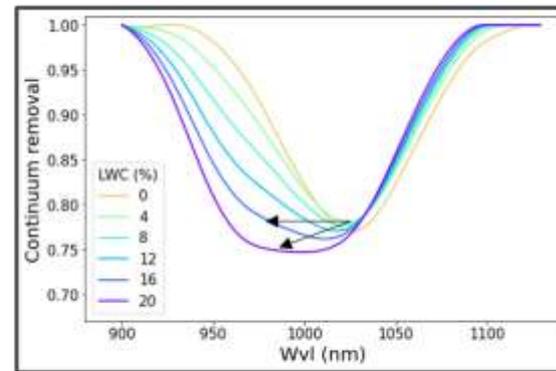
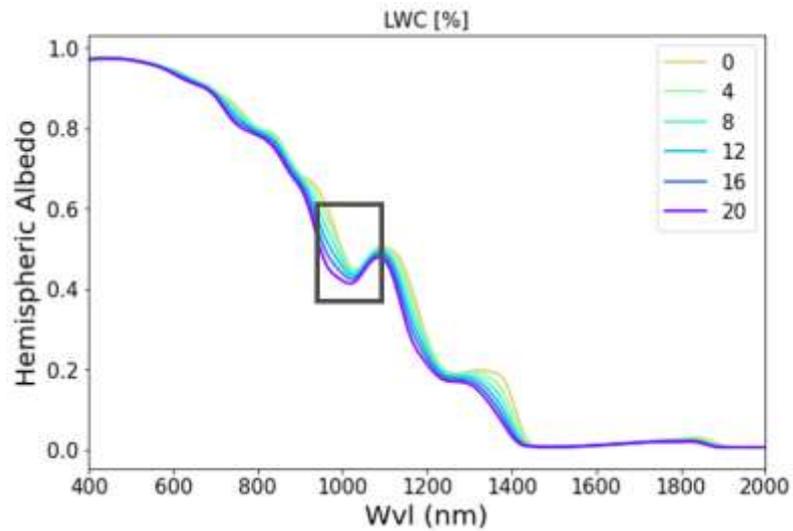
$$A_b = \int \frac{R_c - R_b}{\lambda}$$

In parallelo, vengono eseguite simulazioni del modello di trasferimento radiativo per ottenere una libreria che correli diversi  $A_b$  a diversi valori di GS.

Algorithm no.	Parameter	Method	References
1	Grain size	NDGSI (spectral index) + radiative transfer model simulation	- C. Notarnicola et al., 2022 - Singh H. et al., 2022.
2	Grain size	Absorption Band Area	- Nolin, A. W., & Dozier, J. (2000).
3	Albedo	Spectral indices + radiative transfer theory.	- C. Notarnicola et al., 2022.
4	Albedo	Model simulations + machine learning technique	- Liang, S. (2003)

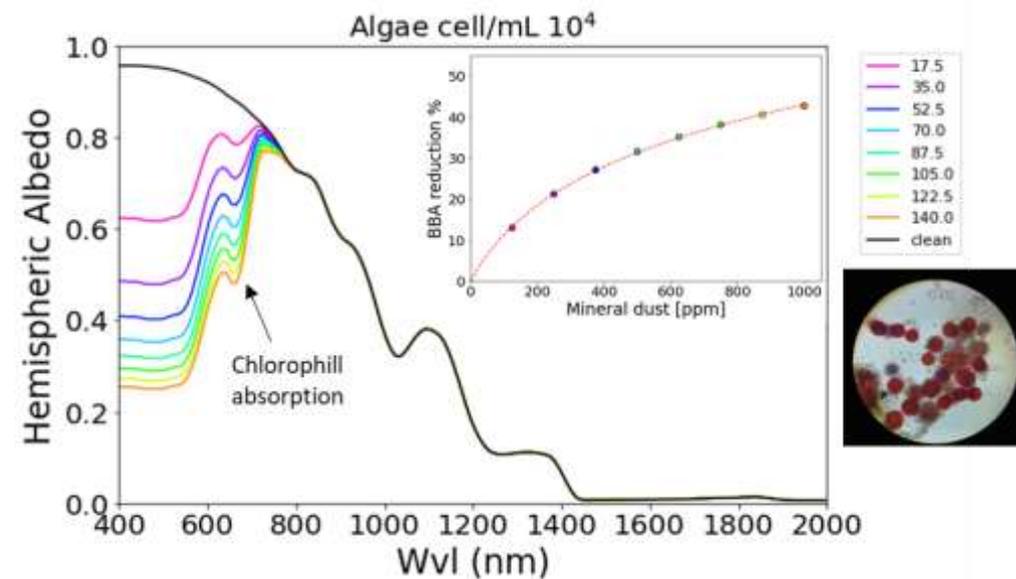
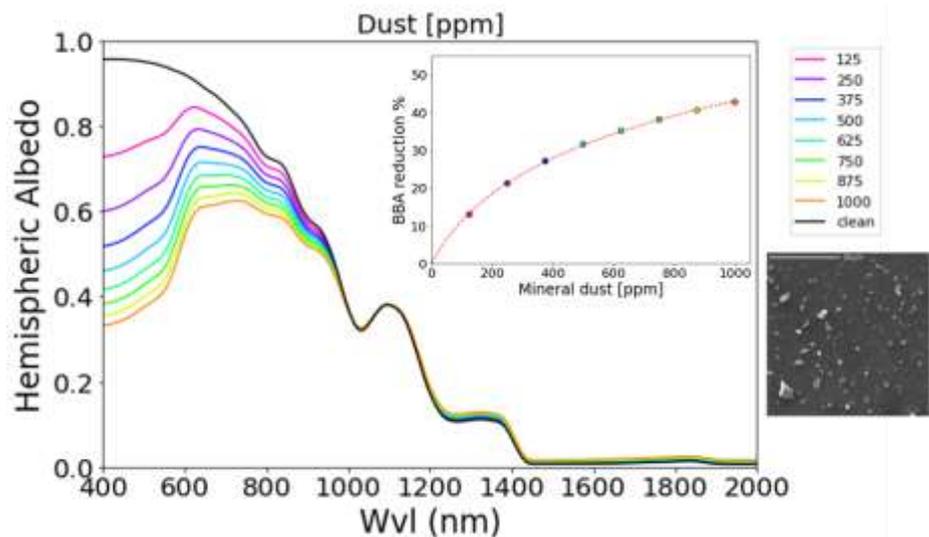


# Neve: Tre fasi dell'acqua ed impurità

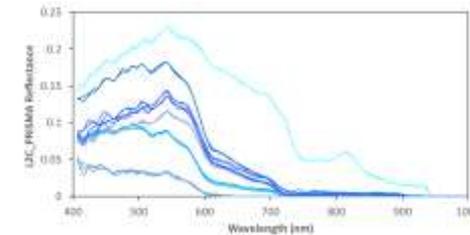
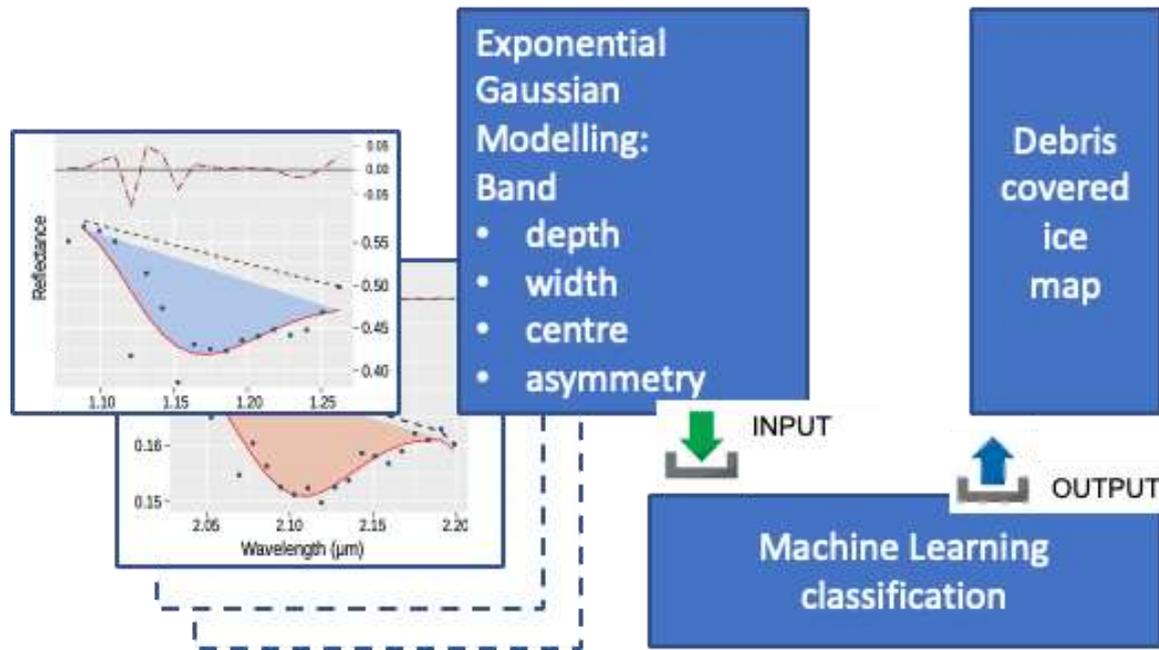


Metodo: spettroscopia dell'acqua nello spettro solare

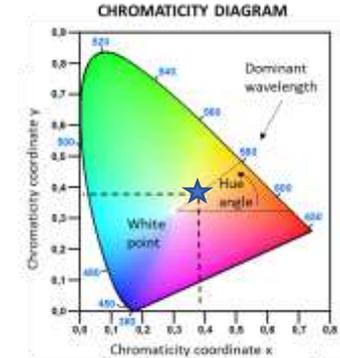
Analisi dello spostamento spettrale del coefficiente di assorbimento tra vapore acqueo ( $0,94 \mu\text{m}$ ), acqua liquida ( $0,98 \mu\text{m}$ ) e ghiaccio ( $1,03 \mu\text{m}$ ).



# Parametri dei corpi idrici e dei ghiacciai



Water Reflectances in VIS-NIR bands



- Lake detection
- Water color
- TSM concentration

Logos for R and MATLAB.

- Normalized Difference Water Index (NDWI)
- Chromaticity analysis
- Acolite processor

# Risultati attesi e conclusioni



Le attività di sviluppo algoritmico sono in corso e nei prossimi mesi saranno sviluppati prodotti aggiornati.



Il risultato atteso del progetto SCIA è lo sviluppo di metodi e algoritmi di elaborazione basati sui dati iperspettrali PRISMA.



Le motivazioni di questo progetto sono legate al contesto delle variazioni di temperatura globale, all'aumento dell'attività antropica e al rischio di perdita di risorse idriche ed energetiche nell'ambiente alpino.

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

## References

- Liang, S. (2003), A direct algorithm for estimating land surface broadband albedos from MODIS imagery, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 41, 136–145.
- Nolin, A. W., & Dozier, J. (2000). A hyperspectral method for remotely sensing the grain size of snow. Remote sensing of Environment, 74(2), 207-216.
- Notarnicola, C., et al., Retrieving snow surface albedo and grain size from sentinel-3 OLCI imagery in the European alps: comparison between semi-empirical and physically based approaches, IGARSS 2022, 17-23 July 2022.
- Singh H. et al., assessment of PRISMA hyperspectral data for the retrieval of qualitative snow grain size, International Symposium on Remote Sensing, 16-18 May 2022.

**The research leading to these results has received funding from the ASI “PRISMA SCIENZA” program, DC-UOT-2019-061, project number 2022-5-E.0, “SCIA: Sviluppo di algoritmi per lo studio della Criosfera mediante Immagini Prisma”**